Beilage zum Jahresbericht 1908/9
des Königlichen Realgymnasiums i. E. Goldap.

# Das Schulfernrohr und was man damit sieht.

Von

Oberlehrer **Fr. Rusch.**

1909. Prgr.-Nr. 18.

Zu dem Apparatenbestande der meisten Schulen gehört ein astronomisches Fernrohr. Und das mit Recht. Denn keine Wissenschaft hat wie die Himmelskunde zu allen Zeiten bei allen Menschen und ganz besonders bei der Jugend Interesse und Bewunderung erregt, keine ist dazu geeigneter, und bei keiner ist die Einwirkung auf das Gemüt des Menschen mit dem reflexiven Denken zugleich so stark, so nachhaltig, wie bei ihr. Trotzdem wird man sich der Erfahrung nicht verschliessen können, dass das Instrument, welches die Wunder des Himmels uns erschliesst, oftmals nicht so ausgenutzt wird, wie es wohl wünschenswert wäre. Es ist deshalb die Aufgabe der folgenden Zeilen, das Schulfernrohr wieder mehr zu Ehren zu bringen und dem, der sich nicht speziell mit der Himmelskunde zu beschäftigen Zeit fand, geeignete Stützen in die Hand zu geben.

Sehen wir uns das Fernrohr selbst an: der Glaube, dass man mit so einem kleinen Instrument ja doch nicht viel sehen kann, ist leider weit verbreitet und doch völlig grundlos. Denn die Fernrohre, die meist im Besitz der Schulen sein werden, haben sicherlich 7—10 cm Objektivdurchmesser. Und das ist ein durchaus achtbares Instrument, wenn man es recht behandelt. Und damit wollen wir an die nähere Betrachtung herangehen. Vom Objektiv verlangt man, dass es möglichst lange in dem vom Optiker gelieferten Zustande erhalten bleibt: vorsichtiges Reinigen ist also unbedingtes Erfordernis, Freiheit von Staub, Verschliessen nach jeder Beobachtung. Von den Okularen scheidet das terrestrische aus. Im übrigen müssen vorhanden sein: ein Okular mit möglichst kleiner Vergrösserung, also der sogenannten „Normalvergrösserung", zwei Okulare mit mittlerer und starker Vergrösserung. Das erste Okular muss eine Vergrösserung gleich dem Quotienten Objektivdurchmesser durch Pupillendurchmesser geben (15—20fach für oben genannte Instrumente). Dieses Okular zeigt dann Flächenobjekte wie Nebel oder Kometen in der maximalen Helligkeit bei maximaler Vergrösserung. Wählte man also die Vergrösserung noch geringer, so würde doch die Helligkeit nicht mehr zunehmen. Das zweite Okular soll in Verbindung mit dem Objektiv flächenhafte Objekte in bequemer Helligkeit sehen. Dieses Okular ist für Demonstrationen das geeignetste, zumal da es ein immer noch grosses Gesichtsfeld hat. Es wird 40—60fache Vergrösserung für oben genannte Instrumente geben, bei 25—20 mm Brennweite. Das dritte Okular wird auf jeden Fall ein sogenanntes orthoskopisches sein müssen und etwa 100—150fache Vergrösserung bei 9—7 mm Brennweite ergeben.

Bei den Okularen wird man im allgemeinen von einer Prüfung absehen können; eine Prüfung des Objektivs ist auf jeden Fall wünschenswert und ja auch zur Vorführung für den Unterricht in der Oberprima, Optik, durchaus geeignet, die Fehler von Linsen zu demonstrieren. Sie wird nach der sogenannten Messerschneiden-Methode ausgeführt. Man richtet das Fernrohr auf eine sehr weit abstehende, punktförmige Lichtquelle und entfernt das Okular. Bringt man nun an die Stelle des reellen Brennpunktsbildes eine „Messerschneide", so dass man durch geringes Weiterschieben der Schneide das Brennpunktsbild verdecken kann, und nähert das Auge dieser Stelle sehr, so erblickt man das Objektiv so lange erhellt, bis die Schneide das Brennpunktsbild verdeckt. In diesem Augenblick muss die ganze Fläche des Objektivs dunkel werden, wenn das Bild ein völlig

punktförmiges ist. Haben dagegen einige Teile des Objektivs eine von der Gesamtbrennweite verschiedene Brennweite, so vereinigt sich das von diesen Teilen ausgehende Licht an dem Ort der Messerschneide nicht in einem Punkt, sondern in einem kleinen Kreise, kann also durch die Schneide nicht völlig verdeckt werden; also erscheinen die „Fehler“ des Objektivs hell. Durch die Schleifmethoden sind ringförmige Fehler das Normale, andere Fehler lassen auf ein minderwertiges Objektiv schliessen. (Nebenbei sei bemerkt, dass vor dem Objektiv z. B. durch die Atmung, durch Hinhalten der warmen Hand erzeugte Luftschlieren sich auf diesem Wege gut zeigen lassen, da sie die Brennweite verändern; man muss jede Störung der Luftruhe also möglichst vermeiden.)[1])

Zu den weiteren Ausrüstungsgegenständen eines Schulfernrohrs gehört ein kleines Spektroskop. Am bequemsten für Beobachtungen an Sternen sind die billigen Okularspektroskope, die alle optischen Werkstätten liefern. Sie bestehen aus einem meist dreiteiligen Prisma à vision directe nach Amici, auf das eine Zylinderlinse zur Verbreiterung des linienförmigen Spektrums aufgesteckt werden muss, da das Auge auf Grund einer physiologischen Eigentümlichkeit in einem strichförmigen Spektrum keine Einzelheiten erkennen kann. Wenn auch dies Spektroskop eine grosse Fülle zu zeigen vermag, so versagt es doch beim Demonstrieren der Spektren von flächenhaften Objekten, da ja der fehlende Spalt durch das punktförmige Brennpunktsbild des Sterns ersetzt wird. Es ist daher von grossem Vorteil, wenn man das kleine Instrument mit einem Kollimatorrohr mit Spalt verbinden kann. Es erlangt dann die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der bekannten „Browningschen Taschenspektroskope“. Mit diesem Instrument kann man mit Hilfe des Fernrohrs dann auch die Spektren der flächenhaften Objekte wie der Nebel, Kometen, des Nordlichts erkennen.

Zum Schluss unserer Erörterung der Ausrüstungsgegenstände sei der „Sucher“ erwähnt. In der gewöhnlichen Form ein kleines fest- und verstellbar gelagertes, parallel zum Hauptrohr montiertes Fernrohr mit Fadenkreuz im Okular. Solch ein Sucher ist für seine Leistungen ein kostspieliges Ding, es kostet 50—70 Mk. Da erscheint es mir geraten, zu überlegen, ob er nicht zu entbehren ist. In der Tat kann man bei einiger Übung selbst mit der starken Vergrösserung Objekte leicht finden, dann aber liefern die meisten Sucher mit ihren winzigen Objektiven, ihrer relativ hohen Vergrösserung so schwache Bilder, dass sie zum Suchen von lichtschwachen Objekten ganz ungeeignet sind. Zu empfehlen ist daher, entweder keinen Sucher oder aber ein lichtstarkes Instrument von etwa 5—6 cm Objektivdurchmesser anzuschaffen. Allerdings ist der Preis dann ein etwas höherer. — An einem astronomischen Fernrohr, das in meinem persönlichen Besitz ist, habe ich als Sucher ein erstklassiges lichtstarkes Spezialinstrument von 6 cm Objektiv, aus drei Teilen verkittet, welches das grosse Öffnungsverhältnis von 1 : 4 besitzt. Obgleich dieser Sucher nur 12malige Vergrösserung gibt, zeigt er alle Nebel des weiter unten gegebenen Verzeichnisses, soweit ihr Durchmesser 1′ übersteigt.

## Die Sonne.

Das am leichtesten zu beobachtende Detail der Sonne sind die Flecken. Sie bieten ja Objekte von solchen Dimensionen dar, dass sie häufig mit blossem Auge zu erkennen sind. Es ist also klar, dass eine ungefähr 100fache Vergrösserung bei ihnen vielerlei erkennen lassen wird. Die Kerne erscheinen als meist tiefschwarze Gebilde, der Halbschatten zeigt alle Erscheinungen, die überhaupt an ihm zu beobachten sind, nämlich den helleren Saum um den Kern herum, die dunklere Begrenzung nach aussen. Die häufig auftretende radiale Struktur der Penumbra zu erkennen, erfordert jedoch Übung

1) Vgl. Sitzungsbericht der Kgl. Preuss. Akad. der Wissenschaften 1907, S. 935.

im Sehen. Leuchtende Brücken über den Kern hinweg treten häufig auf und sind leicht zu beobachten. Schwieriger sind dunklere Punkte im Kern zu sehen, Zonen maximaler Absorption. Über die Sichtbarkeit der körnigen Struktur der gesamten Sonnenoberfläche, d. h. der Photosphäre, begegnet man verschiedenen Ansichten: ich finde, dass Schulfernrohre sie gut zeigen, wenn man die mittlere Vergrösserung anwendet oder die weiter unten besprochene Projektionsmethode.

Das weiter sehr bekannte Phänomen der Fackeln ist besonders am Sonnenrande gut zu sehen. Doch muss man sich dabei eines starken Dämpfglases bedienen. Besonders gross ist der Kontrast bei der Normalvergrösserung. Es zeigen sich dann die raupenartig sich windenden Ausläufer bei Flecken selbst in ziemlich grossem Abstande vom Sonnenrande.

Alle diese Beobachtungen haben für den Schüler eine gewisse Gefahr, sofern man sie mit einfachem Dämpfglase ausführt. Diese Dämpfgläser befinden sich stets ungefähr in der Nähe der Austrittspupille des Instruments, in der die gesamte Strahlung des Instruments auf eine kleine Fläche zusammengedrängt wird. Da die Dämpfgläser gemäss ihrer Bestimmung einen gewaltigen Teil dieser Energie absorbieren sollen, so erhitzen sie sich beträchtlich. Das ist im Sommer bei 8—10 cm-Fernrohren fast stets mit einem Platzen der Dämpfgläser verbunden. Natürlich sind Vorrichtungen ersonnen, helioskopische Okulare, die durch Polarisation einen Teil des Lichtes vernichten, doch sind diese viel zu teuer. Deshalb verdient eine Methode Beachtung, die von allen Übelständen frei ist, aber einige Unbequemlichkeit hat: man richte das Fernrohr auf die Sonne und projeziere das Sonnenlicht auf einen etwa $^1/_2$ m hinter dem Okular senkrecht zur Fernrohrachse aufgestellten Schirm aus gutem weissen Papier. Dabei muss eine möglichst grosse Pappscheibe auf den Okularauszug gesteckt sein, so dass sie den Schirm beschattet. Mit der Normalvergrösserung erhält man ein Sonnenbild von grosser Helligkeit, das eine Menge Einzelheiten in Flecken und Fackeln, so auch die durch Absorption in der Sonnenatmosphäre hervorgerufene starke Helligkeitsabnahme von der Mitte der Scheibe nach dem Rande zu zeigt. Die Granulation ist wegen der störenden Helle des Seitenlichts nicht sichtbar. Es ist daher durchaus dankbar, sich von diesem Seitenlicht zu befreien. Hat man ein einfenstriges oder sonst bis auf ein Fenster zu verdunkelndes Zimmer zur Verfügung, so kann man sich leicht einen schwarzen Vorhang besorgen, der das letzte Fenster verdunkelt. In diesen Vorhang wird ein kreisförmiges Loch gleich dem Fernrohrquerschnitt geschnitten und durch dieses das Vorderende des Fernrohrs nach aussen gesteckt. Damit das Fernrohr beweglich bleibt, muss der verdunkelnde Vorhang grösser als die Fläche des Fensters sein. Man wird über die Vorzüglichkeit der Bilder, die man von der Sonne erhält, erstaunt sein. Man erreicht Sonnenbilder bis $^1/_2$ m Durchmesser. Dazu kommt, dass diese Methode vorzüglich geeignet ist, die Granulation und eventuelle Veränderungen zu zeigen.

Endlich kann man das Sonnenspektrum und seine Veränderungen in Flecken, am Rande und anderen Stellen bei einiger Übung zeigen, wenn man ein Oskularspektoskop besitzt. Man stecke das stärkste Okular ein, stelle sich 3—4 m entfernt vom Okular und sorge dafür (ev. durch Spiegel), dass das Auge Licht vom Okular her bekommt. Das Okular erscheint dann als leuchtender Punkt. Betrachtet man diesen durch das mit Zylinderlinse versehene Okularspektroskop, so sieht man (nachdem das Auge sich an die Helligkeit gewöhnt hat — evtl. leichtes Blendglas) ein Sonnenspektrum, das dem Teil der Sonnenoberfläche entstammt, von dem gerade Licht ins Auge gelangt.

Durch geringe Bewegungen am Fernrohr kann ein Assistent jeden beliebigen Teil der Sonne in das Auge des Beobachters lenken. Bei einiger Übung wird es sogar gelingen, einen grossen Fleck dorthin zu dirigieren. Auf diese Weise lassen sich folgende Beobachtungen nachweisen:

Die Fraunhoferschen Linien zeigen zweierlei Veränderung von der Mitte nach dem Rande zu: ein Teil nimmt an Stärke ab — hierzu gehören die Wasserstofflinien, leicht erkennbar bei der C-Linie. Ein zweiter Teil nimmt an Stärke zu. In den Flecken ist das gesamte Spektrum weniger hell, einige Metalllinien verstärken und verbreitern sich enorm, z. B. Fe-Linien, Na-Linien. Das sind aber die wichtigsten Resultate dieser Art. — Nun bleiben nur noch als letztes der zu beobachtenden Sonnenphänomene die Protuberanzen. Bekanntlich kann man sie nur bei totalen Sonnenfinsternissen ohne Vorkehrung sehen, bei voller Sonne erfordern sie die Anwendung stark dispergierender Spektroskope. Nach den meisten Angaben gehören zur Beobachtung der F o r m der Protuberanzen Dispersionen von beiläufig 20$^0$, das ist gleich der Dispersion von 6—7 Flintglasprismen. Nach meinen Erfahrungen ist das sogar eher zu niedrig als zu hoch: ein in meinem Besitz befindliches Spektroskop gibt 27$^0$ Dispersion und versagt bei nicht ganz klarer Luft doch sehr leicht. Doch kann man mit der Dispersion sehr heruntergehen, wenn man nicht die F o r m der Protuberanzen sehen, d. h. den Spalt weit öffnen will. Ja, ich habe mit einem gewöhnlichen Schulspektroskop mit einem Prisma bei sehr engem Spalt und Benutzung eines Rubinglases vor dem Auge die helle C-Linie am Sonnenrande erkennen können. Doch sind diese Versuche nicht geeignet, dem Schüler gezeigt zu werden.

Entschieden leichter ist nach meiner Erfahrung das Erkennen der von Hale entdeckten hellen Ca-Linien H und K vor der Sonnenscheibe. Man stelle ein Spektroskop auf den violetten Teil mit den beiden sehr dunklen und breiten Linien H und K ein. Durch eine kleine Vorrichtung, die jeder Drechsler herstellt, kann man das Spektroskop mit dem Kollimatorrohr in die Achse, mit dem Spalt in den Brennpunkt des Objektivs an das Fernrohr montieren. Es zeigen sich dann die Linien H und K sehr deutlich. Befinden sich nun an einer Stelle der Sonne ausgedehnte Fackelgruppen (oder besser Ca-Flocculi nach Hale), so erscheinen die H- und K-Linien an dieser Stelle hell. Ich habe nun gefunden, dass man diese Beobachtung äusserst erleichtert, wenn man ein Kobaltglas vor das Auge hält. Man schützt erstens dadurch das Auge vor anderem als blauem Licht und absorbiert alles im Spektrum sich über den violetten Teil lagernde falsche Licht, das eben überhaupt durch das Co-Glas absorbiert wird. Scharfe Einstellung des Prismas auf das Minimum der Ablenkung, des Kollimators und Beobachtungsfernrohrs auf $\infty$ und des Spalts auf den Brennpunkt des astronomischen Fernrohrs für Licht der H- und K-Linie. (Dieser Brennpunkt liegt natürlich in etwas g r ö s s e r e m Abstande vom Objektiv als der für Licht mittlerer Wellenlänge, falls das Instrument optisch korrigiert ist.)

## Die Planeten.

Wenn Professor Lowell für die anerkannt schwierige Beobachtung der Marskanäle einen Refraktor von 7 Zoll Öffnung für genügend erklärt, sofern nur günstige Luft vorhanden ist, so ist klar, dass ein Instrument von 3—4 Zoll ein wertvolles Mittel darstellt, um unseren Schülern eine Anschauung von dem Aussehen der Planeten im Fernrohr zu geben. Gehen wir daher frischen Mutes an die Sache und beginnen mit dem sonnennächsten Planeten M e r k u r. Seine kleine Scheibe ist am besten bei Tage zu beobachten, eine bekanntlich durchaus nicht so schwierige Sache und für den Schüler eine Bereicherung seiner Kenntnisse, die immer wieder sein Staunen hervorruft — und — geben wir's ruhig zu: wie viele der Gebildeten unseres Volkes schütteln dabei ungläubig die Köpfe: Sterne bei Tage sehen: Und doch zeigt jedes Schulfernrohr sicherlich alle Sterne erster Grösse — wahrscheinlich auch die zweiter — bei hellem Tage. Also ist auch der Merkur leicht zu sehen, denn seine Helligkeit schwankt nach den Beobachtungen des Potsdamer Astrophysikers Müller zwischen der des Sirius und der des Aldebaran. Allerdings kommt

bei Merkur hinzu, dass er sich nur sehr wenig von der Sonne entfernt. Bei guter Luft, wenn z. B. der Sonnenrand scharf definiert erscheint, und wenn der Merkur der Sonne nicht zu nahe steht, suche man ihn auf. Um ihn zu finden, kann man zwei Methoden oder eine Kombination beider anwenden, falls man nicht ein parallaktisch montiertes Instrument zur Verfügung hat. Man suche das Fernrohr möglichst in den Meridian zu stellen und suche den Merkur zur Zeit seines Meridiandurchganges, der aus allen astronomischen Ephemeriden zu entnehmen ist. (Astr. Kalender der Wiener Sternwarte, C. Gerold-Wien, 2,40 Mk.) Diese Methode ist aber jedenfalls unsicher und an eine bestimmte Zeit gebunden. Die folgende meines Wissens bisher noch nirgends angegebene, allerdings etwas umständliche Methode führt zu beliebiger Zeit sicher zum Ziele: Man stelle am Abend vorher das Fernrohr auf einen Stern ein, der nahe die gleiche Deklination wie Merkur am folgenden Tage hat und lasse es in dieser Lage stehen. Offenbar muss dann Merkur ebenfalls nach einer Zeit durchs Gesichtsfeld gehen, die — in Sternzeit — gleich der Rektaszensionsdifferenz Merkur minus Stern ist. Die gleiche Methode gilt natürlich für Tagbeobachtungen der Venus. (Geeignete Sterne findet man in den „Monatshefte für den Unterricht in den gesamten Naturwissenschaften" von mir angegeben.) Auf Merkur ist nur die Phase für den Schüler bemerkenswert. Dasselbe gilt so ziemlich für Venus — nur dass Venus nahe ihrer unteren Konjunktion selbst im Schulfernrohr einen schönen Anblick gibt. Venus ist übrigens leicht meist mit blossem Auge am Tage erkennbar, wenn man längs des Fernrohrs visiert.

Mars ist ein entschieden schwieriges Beobachtungsobjekt. Zur Zeit günstiger Oppositionen sieht man mit dem Schulfernrohr: die weissen Polarflecke leicht, die grösseren Gebilde der südlichen Halbkugel bei günstiger Luft immerhin gut erkennbar. Doch sei man gerade beim Mars den eigenen Wahrnehmungen gegenüber sehr kritisch —. Das feine Detail, welches grosse Fernrohre enthüllen, ist für kleine unerreichbar; gibt es ja doch namhafte Forscher, wie z. B. Cerulli, die auch das mit grossen Mitteln gesehene für optische Täuschung erklären, die auf physiologischen Eigenschaften unseres Auges begründet ist. Natürlich sind auch die 9 km im Durchmesser zählenden beiden Marsmonde nicht erkennbar für ein Schulfernrohr.

Der Jupiter bildet ein ungleich geeigneteres Objekt dar. Was an seiner Scheibe sofort ins Auge fällt, ist die starke Abplattung und die beiden dunklen Streifen zu beiden Seiten des Äquators. Gute Instrumente zeigen in diesen Streifen mancherlei Struktur; nördlich und südlich reihen sich an diese beiden Streifen schwächere an, alle parallel dem Äquator. Gut erkennbar ist die starke Abnahme der Helligkeit der Scheibe nach ihrem Rande hin, hervorgerufen durch die starke Absorption in der dichten Atmosphäre des Planeten. Die vier schon von Galilei gesehenen Monde zeigen sich natürlich vorzüglich, wenn ja auch ihre Scheibchen kaum von einem Punkt oder vielmehr von dem von der Objektivöffnung seiner Grösse nach abhängigen Beugungsscheibchen sich unterscheiden. Steht aber ein Mond einem Fixstern oder einem andern Monde sehr nah, so kann man den Unterschied der Beugungsscheibchen erkennen. Leicht zu beobachten sind die Schatten der Monde auf der Scheibe des Jupiter, besonders natürlich der Schatten des grössten dritten Mondes. Tritt ein Mond selbst vor die Scheibe des Jupiter, so können sehr verschiedene Anblicke sich ergeben: meist wird der Mond am Rande der Scheibe heller als die dort durch Absorption dunkler erscheinende Scheibe sein, während in der Mitte oft beide gleich hell sind, der Mond also nicht zu erkennen ist, oder gar der Jupiter heller erscheint. Wichtig sind die Verfinsterungen der Jupitermonde, die bis auf die Sekunde vorausberechnet werden. Vom ersten und zweiten Mond sieht man so gut wie stets nur den Eintritt oder den Austritt aus dem Schattenkegel, während beim dritten und vierten Mond Eintritt und der folgende Austritt zu beobachten ist. Bestimmungen der Mitte der Finsternis liefern bis auf die Sekunde genau die absolute Zeit,

können also zur Korrektion der Uhr benutzt werden. Zusammen mit einer Bestimmung der Ortszeit durch Sextant oder Theodoliten (vgl. Bremiker, 5-stell. Logarithmen, Bestimmung der Zeit aus Sonnenhöhen) liefert die Bestimmung der Zeit einer Verfinsterungsmitte die geographische Länge des Beobachtungsortes.

Der Saturn ist ja ein beliebtes Objekt der Demonstration. Man ist erfreut, dass man mit einem „so kleinen" Fernrohr den Ring als solchen erkennt. Dabei tut man aber dem Fernrohr bitter Unrecht, denn es ist sehr wohl imstande, wesentlich mehr zu zeigen. Wenn der Ring uns seine grösste Öffnung zeigt, was beiläufig bemerkt, um das Jahr 1915 der Fall sein wird, so kann ein Instrument von 4 cm Objektiv den Ring deutlich zeigen. Ein 7—10 cm-Fernrohr muss also mehr zeigen: es zeigt die Cassinische Trennung, zeigt, dass der Ring ausserhalb der Cassinischen Trennung dunkler ist als innerhalb. Auf dem äusseren Ringe werden gute Beobachter vielleicht sogar noch eine Trennung wahrnehmen können. Der innerhalb des hellen Ringes sich befindende schwache und durchsichtige (sog. dunkle oder Flor-Ring) wird den grösseren Schulfernrohren, wenn auch mit Mühe, erreichbar sein. Leicht ist der Schatten des Ringes auf dem Saturn zu erkennen, wenn er überhaupt sichtbar ist. Ebenso der Schatten Saturns auf dem Ringe. Die Kugel zeigt ebenso wie der Jupiter parallel zum Äquator Streifen, die aber viel schwerer zu sehen sind. — Saturn ist ferner nebenbei der an Monden vorläufig reichste Planet. Allerdings sind nur wenige so hell, dass sie in kleinen Fernrohren erkennbar sind. Es sind Titan 9,4. Grösse, Rhea 10,8. Grösse, Thetys 11,3. Grösse, Dione 11,5. Grösse und Japetus 11,7. Grösse. Die letzten drei sind schon schwierige Objekte. Interessant sind die Durchgänge der Erde oder Sonne durch die Ebene des Ringes. Er erscheint dann als ein Strich, der so fein ist, dass selbst die grössten Fernrohre ihn nicht mehr zeigen. Das Detail auf der Kugel ist nie so stark, dass man wie bei Jupiter die Rotation der Kugel schon in kurzer Zeit erkennen kann.

Von den beiden sonnenfernen Planeten hat das Schulfernrohr wenig zu sagen. Neptun zeigt kaum einmal Scheibchenform: höchstens könnte man durch Anfertigen einer kleinen Karte seine Natur als Wandelstern bei einer zweiten Beobachtung nach ungefähr einer Woche zeigen. Dasselbe gilt für die Asteroiden, sie scheiden also aus.

## Der Mond.

Das astrophysikalisch Wichtigste am Monde, das Fehlen einer Atmosphäre, kann man bei Sternbedeckungen zeigen. Allerdings kann nur ein Schüler die Beobachtung ausführen. Das Verschwinden tritt momentan ein. Die Zeiten der Sternbedeckungen findet man in vielen astronomischen Jahrbüchern angegeben. Für den Schüler grossartiger ist die Beobachtung des Details der Mondoberfläche. Obgleich wir an dieser Stelle auf eine ausführliche Angabe natürlich verzichten müssen, wollen wir die einzelnen Gegenden so zusammengefasst kurz besprechen, wie sie zu gleicher Zeit in die Schattengrenze des Mondes zu liegen kommen und dies nach der seit Voll- oder Neumond verflossenen Zeit ordnen. Die Angaben gelten für mittlere Libration, können also zur Zeit der maximalen Libration ziemlich stark von der Wahrheit abweichen. Nach der Angabe der selenozentrischen Breite kann man die Lage in der Lichtgrenze etwa beurteilen.

| Name des Objekts | Tage nach Neu- oder Vollmond | Beschreibung, besondere Angaben | Selenocentrische Breite |
|---|---|---|---|
| Mare Crisium | 2—3 | Dunkle Fläche mit dem tiefen Krater Picard | + 10° bis 24° |
| Cleomedes | 3 | Wallebene mit Zentralberg und fünf kleinen Kratern | + 28° |
| Langrenus | 3 | Grosses Ringgebirge mit dreispitzigem Zentralberg | — 9° |
| Vendelinus | 3 | Grosses Ringgebirge mit zwei kleinen Kratern | — 17° |
| Petavius | 3 | Grosses Ringgebirge, regelmässig, beulig gehobenes Innere mit Zentralgebirge, von dem eine gewaltige Rille nach dem Rand führt. | — 24° |
| Messier | 3—4 | Zwei kleine Krater, von denen zwei weisse Strahlen ausgehen | — 2° |
| Franklin | 4 | Ringgebirge | + 40° |
| Macrobius | 4 | Ringgebirge | + 21° |
| Taruntius | 3,6 | Ringgebirge | |
| Mare Foecunditatis | 4 | Graue Flächen mit vielen Kratern | 0° |
| Posidonius | 5 | Grosses Ringgebirge. Parallel zum äusseren Wall läuft ein innerer. Auf dem Wall tiefer Krater. Innen Hügel | + 33° |
| Santbeck | 5 | Ringgebirge | — 20° |
| Mare Nectaris | 4—6 | Kleine graue Fläche. Bodenwellen | — 10° bis — 20° |
| Mare Tranquillitatis | 4—6 | Grosse graue Fläche, die von wellenförmigen Bodenerhebungen durchzogen ist | 0° bis + 10° |
| Plinius | 5—6 | Sehr helles Ringgebirge mit Zentralberg. Nördlich vom Plinius eine Rille | + 16° |
| Theophilus | 5—6 | Wohl das tiefste aller Ringgebirge | — 12° |
| Mare Serenitatis | 5—7 | Grosse graue Fläche, lange Bodenwelle. Von Norden nach Süden von einem geraden weissen Streifen (Strahlensystem) durchzogen | + 15° bis + 35° |
| Linné | 6—7 | Ein früher vorhandener Krater. Jetzt Lichtfleck, schwache Andeutung von Wällen | + 29° |
| Ariadäus-Rille | 6—7 | Bequem sichtbare Rille | + 7° |
| Agrippa | 6—7 | } Zwei benachbarte Ringgebirge | + 4° |
| Godin | 6—7 | | |
| Cassini | 7 | Ringgebirge | + 40° |
| Kaukasus | 7 | Kleines Gebirge mit hohen Gipfeln | + 30° bis + 40° |
| Manilius | 7 | Ringgebirge | + 15° |
| Hyginus | 7 | Kleiner Kater, durch den eine geknickte Rille läuft | + 8° |
| Hipparchus | 7 | Grosse Wallebene | — 5° |
| Albategnius | 7 | Südlich vom Hipparch mit Zentralgebirge | — 11° |
| Parrot | 7 | Schliesst sich den vorhergehenden an | — 17° |
| Alpen | 7—8 | Gebirge mit dem berühmten Quertal | + 45° bis + 55° |
| Autolykus | 7,5 | } Zwei nahegelegene, tiefe Ringgebirge mit Zentralgebirgen | + 34° |
| Aristillus | 7,5 | | + 30° |
| Archimedes | 7,8 | 80 km ⌀ Ringgebirge. — Flach im Innern | + 30° |

| Name des Objekts | Tage nach Neu- oder Vollmond | Beschreibung, besondere Angaben | Selenocentrische Breite |
|---|---|---|---|
| Apenninen | 7—8 | Ein grossartiges Kettengebirge, schroff abfallend | + 28° bis + 17° |
| Triesnecker | 7,2 | Ein kleines Ringgebirge; westlich davon weit verzweigtes Rillensystem | + 4° |
| Ptolemaeus | 7,6 | Gewaltige einander berührende Wallebenen | — 9° |
| Alphons | 7,8 | | — 13° |
| Alpetragius | 7,8 | | — 17° |
| Arzachel | 7,8 | | — 18° |
| Mösting | 8 | Krater in der Mitte des Mondes | — 1° |
| Plato | 8,4 | Fast 100 km ⌀ Ringgebirge. Im Vollmond sehr dunkel | + 51° |
| Eratosthenes | 8,5 | Ein gewaltiges Ringgebirge mit Zentralberg | + 14° |
| Kopernikus | 9,2 | Eines der grössten Ringgebirge (90 km ⌀) | + 9° |
| Cap Laplace | 9,5 | Im Westen des Sinus Iridum | + 46° |
| Reinhold | 9,4 | Ringgebirge südöstlich vom Kopernikus | + 4° |
| Bullialdus | 9,3 | 45 km ⌀ Ringgebirge, sehr tief | — 20° |
| Cichus | 9,2 | Sehr tiefer Krater, klein | — 32° |
| Sinus Iridum | 10 | Im Norden des Mare Imbrium. Prachtvoll bei Sonnenaufgang | + 40° bis + 50° |
| Karpaten | 9—10 | Im Süden des Mare Imbrium | + 15° |
| Mare Imbrium | 7—11 | Die grösste der Mareebenen. Nicht so dunkel wie die übrigen | + 15° bis + 50° |
| Euler | 10 | Kleines Ringgebirge | + 22° |
| Gassendi | 10,8 | Grosse Wallebene | — 17° |
| Aristarch | 11,5 | Die hellsten Ringgebirge des Mondes. In der Nähe läuft eine w-förmige, sehr tiefe Rille | + 23° |
| Herodot | 11,5 | | + 23° |

## Die Kometen.

Aus meiner Erfahrung kann ich sagen, dass der Schüler ganz besonders diesen selten sichtbaren Gästen — denn absolut genommen sind ihrer so viele als „Fische im Meer" — ein grosses Interesse darbringt. Dabei sind sie eines der lehrreichsten Objekte und vor allem oft durchaus genügend gut zu beobachten. Als Beispiel kann ich auf den während des Schreibens dieser Zeilen eben sichtbaren, am 1. September 1908 entdeckten Kometen Morehouse hinweisen. Er war bereits am Tage seiner Entdeckung in einem Schulfernrohr, ja fast mit blossem Auge, sichtbar und bot im Laufe seiner Erscheinung sehr viel Sehenswertes. Dabei gehörte er nur zu den gerade mit blossem Auge gut sichtbaren Kometen und stand hinter dem Komet 1907 Daniel weit zurück. Sein Schweif war mehrere Grade weit im Fernrohr zu verfolgen, sein Kopf sehr hell, von 6′—8′ Durchmesser. Dabei war er während dreier Monate, September, Oktober und November sichtbar. Mit dem Spaltspektroskop war von seinem Spektrum das Hauptband — das grüne Band der Kohlenwasserstoffe — deutlich sichtbar. Und derartig helle Kometenerscheinungen gehören durchaus nicht zu den seltenen. Folgende Kometen des letzten Dezenniums wären für ein Schulfernrohr z. B. durchaus lohnenswerte Objekte[1]) gewesen: Komet 1898

1) Vgl. Astron. Kalender der Wiener Sternwarte 1909, S. 124 ff.

IX Perrine, 1899 I Swift, 1902 III Perrine, 1903 I Giacobini, 1903 IV Borelly, 1905 V Schaer, 1906 I Giacobini, 1907 IV Daniel, 1908 III Morehouse. Also fast in jedem Jahre ein bedeutender Komet. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass manche der aufgezählten am Morgenhimmel zu beobachten waren, z. B. 1907 IV Daniel. Immerhin hätte sich auch da ein Hinweis für den Schüler gelohnt, da der helle Komet eine prächtige Erscheinung schon fürs blosse Auge oder den Operngucker war.

Man beobachtet natürlich mit der kleinsten Vergrösserung. Bedeckungen von Fixsternen durch den Kometen sind häufig. Es zeigt sich, dass die Schweifmaterie niemals eine merkliche Absorption ausübt. Seltener sind Bedeckungen von Fixsternen durch den Kern oder die Nebelhülle des Kerns (die sog. Coma). Man wird dabei wohl Schwächung der Helligkeit des Sterns erwarten dürfen. In neuester Zeit ist eine Farbenänderung eines Sterns bei der Bedeckung durch die Coma beobachtet worden.[1]) Jedenfalls geben die Bedeckungen von Sternen durch Kometen eine sehr deutliche Vorstellung von der Konsistenz der Materie dieser Weltkörper.

## Die Fixsterne.

In unseren Breiten rechnet man die Fixsterne bis zur sechsten Grössenklasse zu den mit blossem Auge sichtbaren. Dabei wird man die Pupille zu 6 mm Durchmesser annehmen können. Dann fängt ein Fernrohr mit d mm Objektivdurchmesser von einem Objekt eine Lichtmenge L auf, die

(1) $L = \frac{d^2}{36}\, l$ ist, wenn l die vom unbewaffneten Auge unter der obigen Annahme für den Pupillendurchmesser ist. Von dieser Lichtmenge geht allerdings ein beträchtlicher Teil durch Reflexion an den vielen polierten Flächen der Gläser verloren. Man kann aus der Formel für die Intensität $L_1$ des reflektierten Lichts als Funktion der Intensität $L_0$ des auffallenden Lichts und des Brechungsexponenten n

$$L_1 = L_0 \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

den Reflexionsverlust zu 5,8 % an Flint- und 4,4 an Crownglas berechnen; das gibt an 8 Flächen (deren Krümmung vernachlässigt werden muss, da die gegebene Abhängigkeit nur für ebene Flächen und senkrechte Incidenz gilt) 34 % Lichtverlust. Dadurch geht (1) über in

(2) $$L = 0{,}018\ d^2 . l.$$

Für d = 70 mm ergibt sich also L = 88.l.

Da jede folgende Grössenklasse 2,5 mal weniger Licht aussenden soll als die vorhergehende, so wird ein Stern durch das 7 cm-Fernrohr um 5 Grössenklassen heller erscheinen als mit blossem Auge, oder das Fernrohr wird Sterne der 11. Grössenklasse noch gerade erkennen. Und in der Tat lässt sich diese Grössenklasse fast erreichen. Natürlich gelten diese Zahlen für den Nachthimmel. Bei Tage wird wegen der Erhellung des Hintergrundes die Sichtbarkeit der Sterne wesentlich herabgesetzt. Für das blosse Auge bleibt Venus bei Tage sichtbar, wenn sie etwa — 3. Grössenklasse ist. Dementsprechend wird ein Fernrohr von d = 70 mm im Höchstfalle Sterne der 2. Grössenklasse bei Tage zeigen. Das ist nach meinen Erfahrungen auch der Fall. Ja, es kommt hier durch die Schwächung der Lichtstärke des Hintergrundes bei starker Vergrösserung ein günstiger Faktor hinzu. Für das Sehen und Demonstrieren der Sterne bei Tage mit dem Schulfernrohr ergibt sich aber eine grosse Schwierigkeit: das Finden der Sterne am hellen Tage. Da wir ein parallaktisch montiertes Instrument nicht voraussetzen, so bleiben nur zwei Methoden übrig, von denen die zweite als die absolut sichere vorzuziehen ist. Die

---

1) A. A. Nijland, J. v. d. Bilt, Beobachtg. v. Kometen. Astron. Nachrichten Nr. 4303.

erste besteht in einem **Suchen** des Sterns zur Zeit des Meridiandurchganges, ist also für unseren Fall unmöglich. Der zweiten haftet eine gewisse Umständlichkeit an, was wohl der Grund ist, dass sie bisher nirgends erwähnt wird: man stelle das Fernrohr am Abend vorher auf einen Stern ein, der nahe die gleiche Deklination hat, wie der am nächsten Tage zu beobachtende (Einstellstern). Lässt man das Fernrohr in dieser Richtung stehen, so erscheint am nächsten Tage der gesuchte Stern zu einer Zeit im Gesichtsfeld, die in Sternzeit gleich der Rektaszensionsdifferenz der beiden Sterne ist. In der folgenden Tabelle ist diese Zeit unter $\alpha_2 - \alpha_1$ zu finden. Da nun selten der Einstellstern dieselbe Deklination wie der gesuchte haben wird, so muss man die Deklinationsdifferenz $\delta_2 - \delta_1$ berücksichtigen. Ist diese Differenz positiv, so erscheint der gesuchte Stern unterhalb des Einstellsterns. Diese Differenz ist durch richtige Wahl der Einstellsterne in der Tabelle kleiner als 30′, d. h. als der ungefähre Radius des Gesichtsfeldes bei kleiner Vergrösserung gemacht. Die Tabelle enthält alle Sterne bis zur Grössenklasse 2,0. Bemerkt sei noch, dass die Tabelle umkehrbar ist: man kann die hellen Sterne auch als Einstellsterne benutzen, um die in Kolonne 3 gegebenen schwächeren zu suchen (zur Probe der Leistungsfähigkeit). Natürlich ändert dann $\delta_2 - \delta_1$ sein Vorzeichen, während $\alpha_2 - \alpha_1$ von $23^h\,56^m\,4^s$ abzuziehen ist.

Will ich also am 15. Juni den Sirius um $12^h\,15^m$ beobachten, so stelle ich am Abend des 14. Juni um $10^h\,2^m$ das Fernrohr auf 8 $\varphi$ Ophiuchi ein, diesen etwa 13′ oberhalb des Mittelpunktes des Gesichtsfeldes. — Die Einstellsterne gehören leider nicht immer zu den bekannten. Um sie daher auf einer Sternkarte identifizieren zu können, geben die letzten beiden Kolumnen die Position der Einstellsterne.

## Tafel zur Beobachtung der Sterne bei Tage.

| Nr. | * | Grösse | Einstellstern | Grösse | $\alpha_2 - \alpha_1$ *) | $\delta_2 - \delta_1$ | $\alpha_1$ (1900,0) | $\delta_1$ (1900,0) | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | h m s | ′ ″ | h m | ° ′ | |
| 1 | $\alpha$ Tauri, Aldebaran | 1,2 | 29 $\pi$ Bootis | 4,6 | 13 51 58 | — 28 27 | 14 36 | + 16 51 | 1 |
| 2 | $\alpha$ Aurigae, Capella | 0,5 | 6 $\upsilon$ Herculis | 4,9 | 13 7 54 | — 22 44 | 16 0 | + 46 19 | 2 |
| 3 | $\beta$ Orionis, Rigel | 1,0 | 3 $\upsilon$ Ophicuchi | 4,6 | 12 45 11 | — 10 48 | 16 22 | — 8 9 | 3 |
| 4 | $\beta$ Tauri, Nath | 2,0 | * auf 1/6 Wegs von $\varepsilon$ nach $\delta$ Bootis | 6,0 | 14 32 7 | — 27 21 | 14 46 | + 29 2 | 4 |
| 5 | $\varepsilon$ Orionis | 1,8 | 25 $A^2$ Serpentis | 5,6 | 13 47 57 | + 15 47 | 15 41 | — 1 29 | 5 |
| 6 | $\zeta$ Orionis | 1,8 | „ | „ | 13 52 30 | — 28 4 | 15 41 | — 1 29 | 6 |
| 7 | $\alpha$ Orionis, Beteigeuze | 1,0 bis 1,4 | 27 $\lambda$ Serpentis | 4,6 | 14 5 54 | — 14 38 | 15 42 | + 7 40 | 7 |
| 8 | $\alpha$ Canis maj. Sirius | — 1,4 | 8 $\varphi$ Ophicuchi | 4,4 | 14 12 52 | — 10 29 | 16 25 | — 16 24 | 8 |
| 9 | $\alpha$ Geminorum, Castor | 2,0 | 40 $\zeta$ Herculis | 3,2 | 14 48 31 | + 19 18 | 16 38 | + 31 47 | 9 |
| 10 | $\alpha$ Canis min., Procyon | 0,8 | 45 l Herculis | 5,3 | 14 48 49 | + 2 54 | 16 43 | + 5 26 | 10 |
| 11 | $\beta$ Geminorum, Pollux | 1,5 | 86 $\mu$ Herculis | 3,6 | 13 54 36 | + 28 18 | 17 43 | + 27 47 | 11 |

*) $\alpha_2 - \alpha_1$ ist bereits in mittlere Zeit umgerechnet; gültig für 1910.

| Nr. | * | Grösse | Einstellstern | Grösse | $\alpha_2-\alpha_1$ | $\delta_2-\delta_1$ | $\alpha_1$ (1900,0) | $\delta_1$ | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | h m s | ′ ″ | h m | ° ′ | |
| 12 | $\alpha$ Leonis, Regulus | 1,8 | 3 $\eta$ Delphini | 5,7 | 13 31 41 | — 18 37 | 20 29 | + 12 41 | 12 |
| 13 | $\alpha$ Virginis, Spica | 1,0 | 57 $\sigma$ Aquarii | 4,8 | 14 52 7 | + 27 5 | 22 26 | — 11 11 | 13 |
| 14 | $\alpha$ Bootis, Arcturus | 0,3 | 89 $\chi$ Pegasi | 5,0 | 13 59 19 | — 3 19 | 0 9 | + 19 39 | 14 |
| 15 | $\alpha$ Lyrae, Wega | 0,4 | 25 $\varrho$ Persei | 3 bis 4 | 15 31 57 | + 12 25 | 2 59 | + 38 27 | 15 |
| 16 | $\alpha$ Aquilae, Atair | 1,2 | 14 $\iota$ Orionis | 5,6 | 14 40 59 | + 14 51 | 5 2 | + 8 22 | 16 |
| 17 | $\alpha$ Cygni, Deneb | 1,6 | 34 $\beta$ Aurigae | 2,2 | 14 43 1 | + 1 9 | 5 52 | + 44 56 | 17 |

Ein weiteres Objekt der Untersuchung sind die zahlreichen Doppelsterne. Die Betrachtung der Doppelsterne hat für den Schüler nach zwei Richtungen fördernde Momente: er macht den ersten Schritt damit über unser Sonnensystem hinaus und erfährt ferner die Ausdehnung der Gravitationsgesetze auf den gesamten von uns erkennbaren Weltenraum. Daneben zeigen viele Doppelsterne einen prächtigen Unterschied der Farben, der auch vom Standpunkte der reinen Naturbetrachtung schön ist. Da unseres Wissens eine für Schulfernrohre geeignete Zusammenstellung von Doppelsternen nicht existiert, so ist in der folgenden Tafel eine solche versucht. Die erste Kolumne gibt die möglichst genaue Bezeichnung des Sternes, nach Zahlen von Flamstead und Buchstaben von Bayer. Die zweite gibt die Grösse des Sterns nach der Potsdamer photometrischen Durchmusterung, die dritte die Distanz des 2. 3 usf. Sterns vom Hauptstern in Bogensekunden, die vierte den Positionswinkel (p = 0, wenn der Begleiter nördlich vom Zentralstern steht). Die letzte Kolumne gibt die Grösse des oder der Begleiter. Auf Farbenunterschiede ist in den Bemerkungen hingewiesen. Die Sterne sind nach Rektaszensionen geordnet und in Unterabteilungen gebracht, bei denen der übergeschriebene Monat die für die Beobachtungen mit Schülern in den Abendstunden geeignete Jahreszeit angibt. Die anzuwendende Vergrösserung ergibt sich nach Kolumne 3; man wird bis 30″ Abstand die kleinste, von 30″ bis 10″ die mittlere und darunter die stärkste Vergrösserung zu verwenden haben. Aus der grossen Fülle von Doppelsternen (weit über 10000 Paare in Burnhams Generalkatalog of double Stars) sind die geeignetsten vollzählig ausgewählt.

Die Aufnahmebedingungen sind: Mindestens 5. Grössenklasse, mehr als —20° Deklination, mindestens 1″ Abstand des Komponenten. Die letzte Bedingung ist allerdings eine ziemlich weite; denn nimmt man das Auflösungsvermögen des Fernrohrs, d. h. den Winkel zweier eben noch getrennt wahrnehmbarer Punkte zu $\varphi$ an, so ist

$$\sin \varphi = 1{,}22 . \frac{\lambda}{d}$$ [1]).

Hierin ist $\lambda$ die Wellenlänge des benutzten Lichts, d der Objektivdurchmesser. Nimmt man als Grenzen für $\lambda$ 0,00060 und $\lambda$ 0,00048 an, was einer verschiedenen Lage der maximalen Strahlung bei roten und blauen Sternen Rechnung tragen möge, so folgt sin $\varphi$ oder für kleine Winkel auch

$$\varphi = \frac{2{,}'6}{d} \text{ bis } \varphi = \frac{2{,}'0}{d}$$

1) J. Neumanns Vorlesungen über Optik, herausgegeben von Dorn, Seite 89; $\varphi$ als Lage des ersten Beugungsminimums.

Setzen wir $\varphi = 1''$, so würde d = 15,6 für das rote Licht, d = 12 cm aber für das grüne Licht folgen. Dieser letzte Durchmesser liegt aber in der Tat nicht wesentlich über den für Schulfernrohre in Betracht kommenden Abmessungen. Zu berücksichtigen ist natürlich, dass diese Grenze praktisch schwer erreichbar ist, wegen der notwendigerweise durch Luftunruhe bedingten Fehler. Dabei ist aber nicht gesagt, dass bei schwachen Sternen nicht die Trennungsfähigkeit sogar etwas grösser ist, indem die Hauptbeugungsscheibchen zweier sehr naher Sterne hier vom Auge wegen ihrer Lichtschwäche punktförmig aufgefasst werden. Jedenfalls sind praktisch zwei helle Sterne weit schwerer getrennt wahrzunehmen als zwei lichtschwache gleicher Distanz.

## Verzeichnis der mit einem Schulfernrohr zu beobachtenden Doppelsterne bis 110° Poldistanz, 5. Grösse und über 1″ Distanz der Komponenten.

Monate November und Dezember:

| Name des Sterns | Grösse | Abstand | Positionswinkel | Grösse des Begleiters | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| α Cassiopejae | 2,3—2,8 | 62 | 280 | 9 | Hauptstern var. |
| η Cassiopejae | 3,7 | 6 | 223 | 7,6 | |
| φ Piscium | 4,8 | 8 | 230 | 10 | |
| ψ Cassiopejae | 5,0 | 27<br>3 | 108<br>255 | 8,9<br>9,5 | |
| α **Ursae min.** | 2,3 | 18,5 | 215 | 9 | Der Polarstern. |
| γ Arietis | 4,2 | 8,6 | 360 | — | |
| λ Arietis | 5,0 | 38 | 45 | 8 | Begl. blau. |
| α Pistium | 4,1 | 2,5 | 320 | 3,9 | Weiss, blau. |
| γ **Andromedae** | 2,4 | 10 | 63 | 6 | Gelb, blau. |
| Monate Dezember und Januar. | | | | | |
| o Ceti [Mira] | var. | 118 | 85 | 9 | |
| ι Cassiopejae | 4,8 | 2<br>7 | 82<br>110 | 7<br>8 | |
| ϑ Persei | 4,4 | 17 | 300 | 10 | |
| γ Ceti | 3,8 | 2,5 | 290 | 6,8 | |
| η Persei | 3,9 | 28 | 300 | 8,5 | Orange, blau. |
| ε Arietis | 4,8 | 1,2 | 202 | 6,0 | Sehr schwierig. |
| 2 Camelopard. | 4,4 | 2,5 | 160 | 9,0 | Der Stern steht auf 1/4 Wegs von α Persei nach dem Polarstern. |
| o Persei | 3,8 | 1 | 50 | 8,5 | |
| η Tauri | 3,1 | 120<br>117 | 290<br>344 | 7<br>7 | Hauptstern der Plejaden; kleinste Vergrösserung! |
| 27 Tauri | 4,0 | 1 | 110 | 8 | |
| ζ Persei | 3,1 | 12,5 | 210 | 9,3 | Grün, grau. |
| 32 w Eridani | 4,8 | 6,7 | 345 | 6,4 | Gelb, blau!! |
| ε Persei | 3,2 | 9 | 9 | 8,3 | Blau, grün. |
| μ Persei | 4,2 | 90 | 230 | 8,5 | |
| Monate Januar und Februar. | | | | | |
| 47 Tauri | 5,0 | 1 | 3 | 8 | Auf 1/7 Wegs von μ nach λ Tauri. |
| 39 *A* Eridani | 4,9 | 6,4 | 150 | 9 | Gelb, blau. |

| Name des Sterns | Grösse | Abstand | Positions-winkel | Grösse des Begleiters | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 40 $o^2$ Eridani | 4,5 | 80 | 105 | 9,1 | Begleiter selbst doppelt 9,2 u. 11. Grösse, 3″ Distanz. |
| d Tauri | 4,4 | 69 | 300 | 7,5 | |
| $\tau$ Tauri | 4,5 | 63 | 213 | 7,2 | |
| $\pi^6$ Orionis | 4,6 | 2,6 | 180 | 8 | |
| 10 Camelopard. | 4,2 | 80 | 300 | 7,5 | Auch $\beta$ Camelop. genannt. |
| $\iota$ Leporis | 4,5 | 13 | 340 | 10,5 | |
| $\varrho$ Orionis | 4,7 | 7 | 63 | 8,5 | Gelb, blau. |
| $\varkappa$ Leporis | 4,4 | 2,5 | 358 | 7,2 | Gelb, blau. |
| $\beta$ **Orionis** | 1,0 | 9,5 | 200 | 8 | Begleiter selbst doppelt, aber 0,″4 Distanz. |
| $\eta$ Orionis | 3,7 | 1 | 78 | 4,9 | |
| $\delta$ Orionis | 2,2 bis 2,7 | 53 | 360 | 6,8 | |
| $\alpha$ Leporis | 2,6 | 36 | 156 | 9 | |
| $\lambda$ Orionis | 3,7 | 4,5 | 43 | 6 | |
| $\vartheta^1$ **Orionis** | 4,6 | 8,7<br>13<br>21 | 32<br>132<br>95 | 7<br>8<br>4,7<br>6,3 | Im Orionnebel das sogen. Trapez. |
| 44 $\iota$ Orionis | 3,2 | 11 | 140 | 7 | |
| $\sigma$ Orionis | 3,9 | 11,3<br>12,8<br>41,4 | 237<br>83<br>61 | 5<br>9,5<br>6,8<br>6,3 | Der Hauptstern ist für sich doppelt, 0,″3 Distanz. |
| $\zeta$ Orionis | 1,8 | 2,″8<br>57 | 158<br>90 | 5,4<br>9,5 | |
| $\vartheta$ Aurigae | 2,9 | 2<br>45 | 335<br>190 | 9<br>7 | |
| | | | Monate Februar und März. | | |
| 3 Monocerotis | 5,0 | 1,9 | 355 | 8,4 | Zwischen $\varkappa$ Orionis und $\beta$ Canis maj. |
| 8 Monocerotis | 4,6 | 14 | 26 | 6,7 | |
| 10 Monocerotis | 4,8 | — | — | — | Liegt in einem Sternhaufen. |
| $\nu$ Geminorum | 4,4 | 113 | 330 | 8 | Auf 1/3 Wegs von $\mu$ nach $\gamma$ Geminorum. |
| 11 $\beta$ Monocerotis | 4,3 | 7,5<br>3,0 | 133<br>108 | 5,7<br>6,1 | |
| 15 Monocerotis | 5,0 bis 5,5 | 3<br>16 | 210<br>14 | 9<br>10 | Der Stern ist *S* Monocerotis in der Zählung der Veränderlichen und steht in einem Sternhaufen. |
| 12 Lyncis | 5,0 | 1,4<br>8,7 | 114<br>306 | 6,1<br>7,4 | Farben auffällig. |
| 38 e Geminorum | 4,8 | 6 | 170 | 7,7 | Auf 1/3 Wegs von $\gamma$ Gemin. nach $\alpha$ Canis min. |
| $\zeta$ Geminorum | 3,7 bis 4,5 | 94 | 350 | 7 | |

| Name des Sterns | Grösse | Abstand | Positions-winkel | Grösse des Begleiters | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| λ Geminorum | 3,8 | 10 | 30 | 10,3 | |
| δ Geminorum | 3,7 | 7 | 210 | 8,2 | Gelb, rot. |
| α **Geminorum** | 2,0 | 6 | 225 | 3,7 | 347ᵃ Umlaufszeit. |
| ϰ Geminorum | 3,7 | 6,4 | 235 | 8 | |
| β Geminorum | 1,5 | — | — | — | Vielfach. |
| ζ Cancri | 4,8 | 1<br>5,5 | 360}<br>115} | 5,7}<br>6,5} | 59ᵃ Umlaufszeit. |
| | | Monate März und April. | | | |
| 19 Puppis | 4,7 | 71 | 256 | 9 | Haufen von 20′ Durchmess. |
| 31 F Hydrae | 4,6 | 80 | 310 | 8,2 | |
| 48 $\iota^1$ Cancri | 4,2 | 31 | 307 | 7,1 | |
| 11 ε Hydrae | 3,6 | 3,5 | 230 | 7,7 | Hauptstern doppelt mit nur 0,″2 Distanz. |
| 9 ι Ursae maj. | 3,4 | 9 | 355 | 10 | |
| 38 Lyncis | 4,0 | 3 | 240 | 6,7 | |
| 32 h Ursae maj. | 3,9 | 23 | 27 | 9 | |
| 31 $\tau^1$ Hydrae | 5,0 | 66 | 3 | 8 | |
| | | Monate April und Mai. | | | |
| α Leonis | 1,8 | 177 | 307 | 8,4 | |
| γ Leonis | 2,4 | 3,6 | 120 | 3,5 | Gelb. |
| 54 Leonis | 4,5 | 6,5 | 107 | 7,0 | |
| ξ **Ursae maj** | 3,9 | 2,5 | 156 | 5,0 | 60ᵃ Umlaufszeit. |
| ν Ursae maj. | 3,7 | 7 | 147 | 10,1 | |
| ι Leonis | 4,3 | 2,7 | 50 | 7,1 | Auffällige Farben. |
| γ Crateris | 4,0 | 5 | 100 | 10,5 | |
| | | Monate Mai und Juni. | | | |
| 93 Leonis | 4,8 | 74 | 356 | 8,4 | |
| 12 Comae | 5,0 | 6,6 | 170 | 8,5 | |
| δ Corvi | 3,0 | 24,5 | 214 | 8,4 | |
| γ Virginis | 2,7 | 6 | var. | beide 3,3 | 194ᵃ Umlaufszeit. |
| 12 α Canum ven. | 3,1 | 20 | 227 | 5,7 | Herz Karls genannt. |
| ϑ Virginis | 4,4 | 7,1<br>64 | 344}<br>295} | 9}<br>10} | |
| ζ Ursae maj. | 2,4 | 14 | 150 | 4,2 | |
| 25 Canum venat. | 5,0 | 1 | 130 | 7,6 | 184ᵃ Umlaufszeit. |
| τ Virginis | 4,5 | 79 | 290 | 9 | |
| | | Monate Juni und Juli. | | | |
| ϰ Bootis | 4,7 | 13 | 238 | 7,2 | |
| 21 ι Bootis | 5,0 | 38 | 330 | 7,5 | |
| Bootes | 5,0 | 6 | 190 | 6,8 | Auf 0,4 des Wegs von ζ Bootis nach τ Virginis. |
| φ Virginis | 4,9 | 4,5 | 110 | 9,3 | |
| π Bootis | 4,6 | 7 | 100 | 6 | |
| ε **Bootis** | 2,7 | 2,7 | 330 | 6,3 | Gelb, blau. |

| Name des Sterns | Grösse | Abstand | Positionswinkel | Grösse des Begleiters | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| ξ Bootis | 4,8 | 3 | 200 | 6,6 | Gelb, rot. 148ᵃ Umlaufszeit. |
| ι Bootis | 5,0 | 6 | 245 | 6,1 | |
| δ Bootis | 3,6 | 105 | 79 | 7,4 | |
| μ Bootis | 4,6 | 108 | 172 | 7,3 | Der Hauptstern doppelt, 0,″9 Distanz. |
| δ Serpentis | 4,1 | 3,5 | 185 | 4,0 | |
| ζ Coronae boreal. | 4,8 | 7,5 | 305 | 5,0 | |
| β Serpentis | 3,8 | 30,6 | 265 | 9,2 | |
| ξ Scorpii | 4,2 | 7 | 65 | 7,1 | Der Hauptstern doppelt, 0,″7 Distanz. |
| | | | Monate Juli und August. | | |
| β Scorpii | 2,7 | 1<br>14 | 90<br>25 | 10,1<br>6,4 | Sehr schwer. |
| ν Scorpii | 3,9 | 1<br>2<br>41 | 360<br>44<br>326 | 4<br>6,5<br>7<br>8 | |
| γ Herculis | 4,0 | 40,5 | 240 | 8 | |
| 14 η Draconis | 3,0 | 5 | 144 | 10 | |
| 10 λ Ophiuchi | 4,0 | 1,8 | 70 | 6,1 | 232ᵃ Umlaufszeit. |
| 42 Herculis | 5,0 | 22,4 | 92 | 10,7 | |
| ζ Herculis | 3,2 | — | — | 6,5 | 35ᵃ Umlaufszeit. |
| 52 Herculis | 5,0 | 2 | 315 | ? | |
| α **Herculis** | 3,1 bis 3,9 | 4,8 | 113 | 6,1 | Gelb, blau, sehr schön. |
| δ Herculis | 3,5 | 15 | 195 | 8,1 | |
| ρ Herculis | 4,4 | 4 | 312 | 5,1 | |
| μ Herculis | 3,6 | 31,5 | 245 | 8 | Begl. doppelt; 0,″5 Distanz. |
| ψ Draconis | 4,9 | 31 | 15 | 6,0 | |
| 67 Ophiuchi | 4,2 | 54,5 | 144 | 8,3 | |
| 68 Ophiuchi | 4,6 | 1 | 15 | 9,9 | |
| 95 Herculis | 4,5 | 6 | 262 | 5,7 | Begl. rötlich. |
| | | | Monate August und September. | | |
| 70 p Ophiuchi | 4,2 | 1,6 | 247 | 6,1 | 88ᵃ Umlaufszeit. |
| **4 ε Lyrae** | 5,0 | 3,2 | 10 | 6,3 | 4 und 5 bilden ein physisches System 207″ Distanz, 173⁰ Positionswinkel, das von guten Augen unbewaffnet getrennt wird. Die beiden Sterne sind physisch verbunden. |
| **5 Lyrae** | 4,9 | 2,3 | 120 | 5,2 | |
| 6 ζ Lyrae | 4,7 | 44 | 149 | 6,2 | Begl. ist 7 Lyrae. |
| 10 β Lyrae | 3,4 bis 4,5 | 46 | 150 | 6,7 | |
| 47 o Draconis | 4,8 | 32 | 340 | 7,6 | |
| 63 ϑ Serpentis | 5,0 | 22 | 204 | 5,4 | |
| 17 ζ Aquilae | 3,3 | 5,6 | — | 12 | |
| 20 η Lyrae | 4,8 | 28 | 84 | 8,1 | |
| **6 β Cygni** | 3,2 | 34,3 | 56 | 5,7 | Rot, blau. |

| Name des Sterns | Grösse | Abstand | Positionswinkel | Grösse des Begleiters | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 18 δ Cygni | 3,2 | 1,5 | 290 | 7,9 | Grün, weiss. |
| 63 ε Draconis | 4,0 | 2,8 | 354 | 7,6 | |
| | | Monate September und Oktober. | | | |
| 1 ϰ Cephei | 4,6 | 7,4 | 124 | 8 | |
| 9 β Capricorni | 3,2 | 205 | 267 | 6 | Gelb, blau. |
| 10 π Capricorni | 5,0 | 3,5 | 146 | 8 | |
| 6 β Delphini | 4,0 | 35 | 330 | 10 | Der Hauptstern doppelt, 0,″4 Distanz. |
| 52 Cygni | 4,4 | 6,6 | 57 | 9,3 | |
| 12 γ Delphini | 4,2 | 12 | 274 | 5 | Gelb, grün. |
| 59 f¹ Cygni | 4,9 | 20 | 352 | 9 | |
| 5 γ Equulei | 4,7 | 366 | 153 | 6,3 | Mit blossem Auge zu trennen. |
| 7 δ Equulei | 4,7 | 44 | 17 | 10,2 | Hauptstern doppelt; 5,7ᵃ Umlaufszeit, Dist. < 0,″5. |
| 65 τ Cygni | 4,0 | — | — | 8 | 57ᵃ Umlaufszeit. |
| 1 Pegasi | 4,3 | 37 | 310 | 8,6 | |
| 8 β Cephei | 3,5 | 13,5 | 250 | 8 | |
| 8 ε Pegasi | 2,8 | 138 | 323 | 7,8 | |
| 78 μ Cygni | 4,7 | 2 | 125 | 6 | |
| 10 ϰ Pegasi | 4,3 | 12 | 295 | 10 | Der Hauptstern doppelt, 0,″1 Distanz. |
| | | Monate Oktober und November. | | | |
| 17 ξ Cephei | 4,4 | 6 | 285 | 6,5 | |
| 55 ζ Aquarii | 3,7 | 3,2 | 310 | 4,6 | |
| 27 δ Cephei | 3,7 bis 4,9 | 41 | 192 | 5,1 | Gelb, blau. |
| 44 η Pegasi | 3,2 | 91 | 339 | 10 | |
| 57 Pegasi | 5,0 | 32,5 | 200 | 10,5 | |
| 33 π Cephei | 4,5 | 1,2 | 50 | 8,9 | |
| 91 φ¹ Aquarii | 4,5 | 49 | 312 | 8,5 | |
| 34 o Cephei | 4,9 | 2,8 | 210 | 7,8 | Begl. blau. |
| 105 ω² Aquarii | 4,5 | 6 | 85 | 10,7 | |

## Die Sternhaufen und Nebelflecke.

Die Beobachtung der Nebel mit dem Schüler hat nicht zu verkennende Schwierigkeiten. Einmal ist mit kleineren Fernrohren kaum viel an Einzelheiten zu erkennen, dann bedarf es absoluter Dunkelheit zur Beobachtung. Ein Vorteil besteht darin, dass man schwache Vergrösserung anzuwenden hat. Ich habe trotzdem so ziemlich alle für ein Schulfernrohr sichtbaren Nebel in das folgende Verzeichnis aufgenommen. Anders schon die Sternhaufen: die grob zerstreuten bieten wundervolle Anblicke und sind ohne Schwierigkeit zu erkennen. Die gedrängten sind meist so hell, dass sie gut sichtbar sind und sich schon dadurch von den eigentlichen Nebeln unterscheiden. Um das Aufsuchen der Objekte auch nach alten Karten zu erleichtern, sind möglichst viele Bezeichnungen

aufgenommen worden. So gibt die erste Kolumne die Nummer des neuesten Kataloges, des New General Catalogue von Dreyer; es folgt die Nummer nach Messier u. a., dann die Nummer in John Herschels Katalog, weiter die Positionen für 1900,0, so dass man jeden Nebel in eine Sternkarte einzeichnen kann. Endlich eine kurze Charakteristik und der Durchmesser des Objekts.

Nach dieser letzten Zahl wird sich die anzuwendende Vergrösserung richten. Im allgemeinen genügt die kleinste, bei Objekten von unter 1′ Durchmesser nimmt man besser eine mittlere Vergrösserung; das gleiche für Detail bei helleren Objekten. — Die schönsten Objekte sind durch fetten Druck der Nummer des N. G. K. hervorgehoben und möge bei ihnen ein Hinweis auf die mit einem Schulfernrohr sichtbaren Einzelheiten gestattet sein:

N. G. K. 224: Der grosse Andromeda-Nebel. Er ist schon dem blossen Auge sichtbar und zeigt sich als länglicher Nebel mit sehr hellem Kern. Die spiralige Struktur ist nur durch Photographie enthüllt. Detail ist in ihm nicht zu erkennen.

N. G. K. 1952: Crab-Nebel; das von Lord Rosee behauptete durch zahlreiche Ausläufer hervorgerufene Aussehen, nach dem er seinen Namen hat, ist durch die Photographie bisher nicht bestätigt.

N. G. K. 1976: Der Orion-Nebel. Er zeigt sich in den hellsten Teilen als ein rechter Winkel, von dem nach Süden ein geschwungener Ausläufer ausgeht. Von Osten schneidet eine tiefe schwarze Bucht ein, von Westen in den rechten Winkel ein feiner Einschnitt. Nach Norden verschwimmt er als weite Fläche. Im Innern des rechten Winkels Schattierungen der Helligkeit.

N. G. K. 6205: Der grosse Sternhaufen im Herkules. Erscheint bei schwacher Vergrösserung als Nebelkugel in der Mitte mit hellem Kern, sehr ähnlich dem Kopf eines Kometen. Bei stärkerer Vergrösserung blasst er stark ab, ohne dass die einzelnen Sterne in die Erscheinung treten.

N. G. K. 6618: $\Omega$ Nebel, Gestalt eines Hufeisens; soll seine Gestalt geändert haben. Der eine Arm ist leicht sichtbar.

N. G. K. 6853. Dumb-bell Nebel. Form einer Hantel. Die zweiteilige Form ist leicht zu erkennen.

Alle aufgeführten Nebelflecke sind von mir im Laufe der Zeit mit einem kleinen Instrumente gesehen worden. Doch beachte man, dass gerade hierbei grosse Übung erforderlich ist und beschränke sich für den Anfang auf die hellsten Objekte. Dieses Verzeichnis stimmt mit dem im Astronomischen Kalender der Wiener Sternwarte für 1909 gegebenen wenig überein, dagegen habe ich viele der von mir gesehenen Nebel in einem Verzeichnis von Prof. Solon J. Bailey, das photographisch aufgestellt ist,[1]) wiedergefunden. Inbetreff der Grössenangaben zeigt dies Verzeichnis auffallende Abweichungen von meinen und älteren Schätzungen, was z. T. auf der Anwendung der Photographie beruht.

---

1) Annals of Harvard Observatory, Vol. LX, Nr. VIII.

# Verzeichnis leicht sichtbarer Sternhaufen und Nebelflecke bis $\delta = -20^0$.

| N. G. K. | Name | John Herschel | A. R. h | A. R. m | Dekli-nation ° | Dekli-nation ′ | Beschreibung | Durch-messer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 221 | Messier 32 | 117 | 0 | 37 | +40 | 19 | Nebel, elliptisch | — |
| **224** | „ 31 | 116 | 0 | 37 | 40 | 43 | Nebel, spiralig, Andromeda | 120′ |
| 457 | — | — | 1 | 13 | 57 | 48 | Sternhaufen | 10′ |
| 581 | Messier 103 | 341 | 1 | 27 | 60 | 11 | Sternhaufen, zerstreut | 5′ |
| 598 | „ 33 | 352 | 1 | 28 | 30 | 9 | Ovaler Nebel, spiralig | bis 30′ |
| 650 } 651 | Méchain | 385 | 1 | 36 | 51 | 4 | Doppelnebel | — |
| 654 | — | — | 1 | 37 | 61 | 23 | } Grob zerstreuter Stern- | 4′ |
| 659 | Karoline Herschel | — | 1 | 37 | 60 | 12 | haufen | 4′ |
| 663 | — | — | 1 | 39 | 60 | 44 | | 15′ |
| 752 | — | — | 1 | 52 | 37 | 11 | Sternhaufen, grob | 30′ |
| 869 } | Hipparchus | 512 | 2 | 12 | 56 | 41 | } Sternhaufen im Perseus | 30′ |
| 884 } | | 521 | 2 | 15 | 56 | 39 | | 30′ |
| 1039 | Messier 34 | 584 | 2 | 36 | +42 | 21 | Sternhaufen, grob | 30′ |
| 1068 | — | 600 | 2 | 38 | —0 | 26 | Nebel, ziemlich gross | 3′—4′ |
| — | Plejaden | — | 3 | 41 | +23 | 48 | Für kleinste Vergrösserung | 120′ |
| 1528 | — | 820 | 4 | 8 | +50 | 59 | Sternhaufen, grob | 20′ |
| 1535 | — | 826 | 4 | 10 | —13 | 0 | Planetarisch | — |
| — | Hyaden | — | 4 | 14 | +15 | 23 | Für kleinste Vergrösserung | 200′ |
| 1647 | — | — | 4 | 40 | +18 | 53 | Sternhaufen, grob | 30′ |
| 1746 | D'Arrest | — | 4 | 58 | 23 | 40 | „ „ | 30′ |
| 1907 | Legentil | — | 5 | 21 | 35 | 14 | Sternhaufen | 2′ |
| 1912 | Messier 38 | 1119 | 5 | 22 | 35 | 45 | Sternhaufen, grob | 15′ |
| **1952** | „ 1 | 1157 | 5 | 29 | 21 | 57 | Crab-Nebel | 1′—3′ |
| 1960 | „ 36 | 1166 | 5 | 30 | +34 | 4 | Sternhaufen, gedrängt | 15′ |
| **1976** | „ 42 | 1179 | 5 | 30 | —5 | 27 | } Der Orion-Nebel | 50′ |
| 1977 | — | — | 5 | 30 | —4 | 54 | | 30′ |
| 1980 | — | — | 5 | 31 | —5 | 59 | Sterne in Nebel gehüllt | 15′ |
| 1981 | — | — | 5 | 31 | —4 | 25 | 8 helle und viele kl. Sterne | 25′ |
| 2024 | — | — | 5 | 37 | —1 | 54 | 2 Nebel | 10′—15′ |
| 2064 | D'Arrest | 1267 | 5 | 41 | —0 | 3 | Nebel mit 2 Sternen | 4′ |
| 2099 | Messier 37 | 1295 | 5 | 46 | +32 | 31 | Sternhaufen, kugelförmig | 25′ |
| 2168 | „ 35 | 1360 | 6 | 3 | 24 | 21 | „ gedrängt | 30′ |
| 2244 | — | 1424 | 6 | 27 | 4 | 56 | Sternhauf., grob, 15 Sterne | 15′ |
| 2264 | — | — | 6 | 36 | 9 | 59 | „ „ 20 „ | 20′ |
| 2281 | — | — | 6 | 42 | 41 | 10 | „ „ 20 „ | 15′ |
| 2287 | Messier 14 | 1554 | 6 | 43 | —20 | 38 | „ „ — „ | 30′ |
| 2301 | — | 1456 | 6 | 47 | +0 | 35 | „ unregelmässig | 15′ |
| 2323 | Messier 50 | 1483 | 6 | 58 | —8 | 12 | „ grob, 40 Sterne | 15′ |
| 2360 | Karoline Herschel | 1512 | 7 | 13 | —15 | 27 | „ gedrängt | 10′ |
| 2412 | — | 1551 | 7 | 32 | —14 | 16 | „ | 6′—10′ |
| 2420 | — | 1549 | 7 | 33 | +21 | 48 | „ unansehnlich | 10′ |
| 2437 | Messier 46 | 1564 | 7 | 37 | —14 | 35 | „ 100 Sterne | 40′ |
| 2440 | — | 1567 | 7 | 38 | —17 | 59 | Planetarischer Nebel, hell | 15″ |

| N. G. K. | Name | John Herschel | A. R. | | Deklination | | Beschreibung | Durchmesser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h | m | ° | ′ | | |
| 2539 | — | 1630 | 8 | 6 | —12 | 32 | Sternh., grob, 50 Sterne | 25′ |
| 2548 | Karoline Herschel | 1637 | 8 | 9 | — 5 | 30 | Sternhaufen, 40 Sterne | 40′ |
| 2632 | Praesepe Messier 44 | 1681 | 8 | 34 | +20 | 20 | Sternh. von ca. 50 Sternen | 60′ |
| 2682 | Messier 67 | 1712 | 8 | 46 | +12 | 11 | Sternhaufen, 50 Sterne | 15′ |
| 2903 | — | 1863 | 9 | 27 | +21 | 56 | Spiralnebel mit hell. Kern | — |
| 3031 | Messier 81 | 1949 | 9 | 47 | +69 | 32 | Nebel | 6′—4′ |
| 3034 | Messier 82 | 1950 | 9 | 48 | +70 | 10 | Nebel | 6′—1′ |
| 3242 | — | 2102 | 10 | 20 | —18 | 8 | Planetarischer Nebel | 50″ |
| 3587 | — | 2343 | 11 | 9 | +55 | 34 | Planetarischer Nebel, gen. die „Eule“ | 2,′5 |
| 4214 | — | — | 12 | 11 | +36 | 53 | Nebel mit Kern | 2′—0,′5 |
| 4254 | Messier 99 | 2838 | 12 | 14 | +14 | 58 | Nebel, spiralig | 0,′6 |
| 4258 | — | 2841 | 12 | 14 | +47 | 52 | Kleiner Nebel mit Kern | — |
| 4303 | Messier 61 | — | 12 | 17 | + 5 | 2 | Nebel mit Kern | 2′ |
| 4321 | Messier 100 | — | 12 | 18 | +16 | 23 | Nebel, hell, mit Kern | 0,′3 |
| 4374 | Messier 84 | — | 12 | 20 | +13 | 26 | Länglicher Nebel | 0,′5 |
| 4382 | Messier 85 | 2946 | 12 | 20 | +18 | 45 | Heller Nebel | 1′ |
| 4406 | Messier 86 | — | 12 | 21 | +13 | 30 | Länglicher Nebel, hell | 0,′5 |
| 4449 | — | — | 12 | 23 | +44 | 39 | Längl. Nebel, helle Mitte | 1′—1,′5 |
| 4450 | — | — | 12 | 23 | +17 | 38 | Längl. Nebel mit Kern | 1,′5-0,′6 |
| 4472 | Messier 49 | 3021 | 12 | 25 | + 8 | 33 | Kugelförmiger kl. Sternh. | 1,′5 |
| 4486 | Messier 87 | — | 12 | 26 | +12 | 57 | Nebel mit sehr hell. Mitte | 0,′8 |
| 4490 | d'Arrest | — | 12 | 26 | +42 | 12 | Länglicher Nebel | 1′—0,′3 |
| 4501 | Messier 88 | 3049 | 12 | 30 | +14 | 58 | Nebel mit hellem Kern | 3′—1,′5 |
| 4526 | — | — | 12 | 29 | + 8 | 15 | Länglicher Nebel | 2′—1′ |
| 4569 | Messier 90 | — | 12 | 32 | +13 | 43 | Länglicher Nebel | 3′—1′ |
| 4594 | — | 3132 | 12 | 35 | —11 | 4 | Nebel, spiralig | 4′—0,′4 |
| 4631 | — | — | 12 | 37 | +33 | 6 | Nebel | 6′—1′ |
| 4651 | — | — | 12 | 39 | +16 | 56 | Nebel | 2′—1′ |
| 4656 | — | — | 12 | 39 | +32 | 43 | Nebel, länglich | — |
| 4736 | Messier 94 | 3258 | 12 | 46 | +41 | 40 | Nebel, rund, hell | 2,′5 |
| 4826 | Messier 64 | 3321 | 12 | 52 | +22 | 13 | Nebel mit Kern | 3′—1,′5 |
| 5005 | — | — | 13 | 6 | +37 | 36 | Länglicher Nebel mit Kern | — |
| 5024 | Messier 53 | 1558 | 13 | 8 | +18 | 42 | Kugelförmig. Sternhaufen | 5′ |
| 5055 | Messier 63 | 3474 | 13 | 11 | +42 | 34 | Länglicher Nebel | 1′ |
| 5194 | Messier 51 | 3572 | 13 | 26 | +47 | 43 | Doppelnebel, Spirale | 5′ |
| 5272 | Messier 3 | 3636 | 13 | 38 | +28 | 53 | Sternhaufen, kugelf. | 5′—6′ |
| 5866 | — | 4029 | 15 | 4 | +56 | 9 | Nebel | 2′—0,′7 |
| 5904 | Messier 5 | 4083 | 15 | 14 | + 2 | 27 | Kugelf. Sternhaufen | 12′ |
| 6025 | Dunlop 304 | — | 15 | 55 | +60 | 13 | Sternhaufen, grob | 12′ |
| 6171 | Méchain | — | 16 | 27 | —12 | 50 | Kugelf. Sternhaufen | 4′ |
| **6205** | Messier 13 | 4230 | 16 | 38 | +36 | 39 | Sternhaufen im Herkules 3000 Sterne enthaltend | 15′ |
| 6210 | — | 4234 | 16 | 40 | +23 | 59 | Planetarischer Nebel | 8′ |
| 6218 | Messier 12 | 4238 | 16 | 42 | — 1 | 46 | Kugelf. Sternhaufen | 10″ |

| N. G. K. | Name | John Herschel | A. R. | Dekli-nation | Beschreibung | Durch-messer |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m | ° ′ | | |
| 6229 | — | 4244 | 16 44 | + 47 42 | Kugelf. Sternhaufen | 0,′4 |
| 6254 | Messier 10 | 4256 | 16 52 | — 3 57 | Kugelf. Sternhaufen | 12′ |
| 6333 | Messier 9 | 4287 | 17 13 | — 18 25 | Kugelf. Sternhaufen | 5′ |
| 6341 | Messier 92 | 4294 | 17 14 | + 43 15 | Kngelt. Sternhaufen | 5′ |
| 6356 | — | — | 17 18 | — 17 43 | Kugelf. Sternhaufen | 2′ |
| 6402 | Messier 14 | 4315 | 17 32 | — 3 11 | Kugelf. Sternhaufen | 4′ |
| 6494 | Messier 23 | — | 17 51 | — 19 0 | Sternhaufen, gedrängt | 30′ |
| 6543 | — | 4373 | 17 59 | + 66 38 | Planetarischer Nebel | 35″ |
| 6603 | Messier 24 | 4397 | 18 13 | — 18 27 | Sternhaufen i. d. Milchstr. | 5′ |
| 6611 | Messier 16 | 4400 | 18 13 | — 13 49 | Sternhaufen, grob | 15′ |
| **6618** | Messier 17 | 4403 | 18 15 | — 16 13 | Omega-Nebel | 15′ |
| 6633 | Karoline Herschel | 4410 | 18 23 | + 6 30 | Sternhaufen, grob | 6′ |
| 6645 | — | — | 18 27 | — 16 58 | Sternhaufen, gedrängt | 15′ |
| 6694 | Messier 26 | 4432 | 18 40 | — 9 30 | Sternhaufen, grob | 6′ |
| 6705 | Messier 11 | 4437 | 18 46 | — 6 23 | Kugelf. Sternhaufen | 12′ |
| 6712 | — | — | 18 48 | — 8 50 | Kugelf. Sternhaufen | 3′ |
| **6720** | Messier 57 | 4447 | 18 50 | + 32 54 | Ringnebel in der Leyer | 1′ |
| 6779 | Messier 56 | 4485 | 19 13 | + 30 0 | Kugelf. Sternh., schwach | 2,′5 |
| 6818 | W. Herschel | — | 19 38 | — 14 23 | Planetarischer Nebel | 15″ |
| 6826 | | 4514 | 19 42 | + 50 17 | Planetarischer Nebel | 21″ |
| **6853** | Messier 27 | 4532 | 19 55 | + 22 27 | Dumb-bell = Nebel | 5′ |
| 7078 | Messier 15 | 4670 | 21 25 | + 11 44 | Kugelf. Sternhaufen [1745 entdeckt von Maraldi] | 10′ |
| 7089 | Messier 2 | 4678 | 21 28 | — 1 16 | Kugelf. Sternhaufen | 8′ |
| 7092 | Messier 39 | 4681 | 21 29 | + 48 0 | Sternhaufen, grob | 30′ |
| 7099 | Messier 30 | — | 21 35 | — 23 38 | Kugelf. Sternhaufen | 8′ |
| 7331 | — | — | 22 33 | + 33 54 | Länglicher Nebel | — |
| 7654 | Messier 52 | — | 23 20 | + 61 3 | Gedrängter Sternhaufen | 12′ |
| 7662 | — | 4964 | 23 21 | + 41 59 | Planetarischer Nebel | 15″ |
| 7789 | Karoline Herschel | 5031 | 23 52 | + 56 10 | Sternhaufen, gedrängt. | 10′ |

## Die Anwendung des Spektroskops.

Das sog. Okularspektroskop besteht aus einem geradsichtigen Prisma in Fassung, aufschraubbar statt der Okularaugendeckel. Was es an der Sonne zeigt, haben wir bereits oben gesehen. Es bleibt uns also nur noch die Erledigung der Spektren der Fixsterne und Nebelflecke. Da durch die vorläufig unvermeidbare Zylinderlinse die Spektren verbreitert, also an Licht geschwächt werden, kommen nur die Sterne erster Grösse in Frage. An ihnen kann der Schüler aber auch die Hauptspektraltypen kennen lernen.

Spektra der Klasse I: In dem kontinuierlichen Untergrunde treten höchstens die stark verbreiterten Wasserstofflinien hervor. Besonders gut sichtbar die F-Linie $H\beta$, ferner $H\gamma$ im Blau, schwer meist $H\alpha$ im Rot. Vertreter dieser Klasse sind alle blauen Sterne: Sirius, Wega, Atair, Kastor.

Spektra der Klasse II: In ihnen treten die H-Linien zurück, dafür treten viele Metallinien auf. Hier zu zählen $\alpha$ Aurigae (Kapella), $\alpha$ Bootis (Arctur), $\beta$ Geminorum (Pollux), $\alpha$ Tauri (Aldebaran), $\alpha$ Ursae majoris, sowie die Sonne.

Spektra der Klasse III: In ihnen treten Bänder und zwar einseitig nach Rot verwaschen auf. Die Metallinien sind verstärkt. Die Sterne sind rötlich gefärbt. Die Bänder schreibt man heute nach Fowler dem Titanoxyd oder dem Titan bei niedriger Temperatur zu. Dieselben Bänder treten nach Hale im Spektrum der Sonnenflecke auf. Vertreten wird diese Klasse durch *α* Orionis (Beteigeuze) und durch o Mira Ceti. Der letzte Stern ist in seinen hellen Maximis einem Schulfernrohr spektroskopisch gerade erreichbar.

Das Sichtbarmachen der Nebelspektren ist nur mit Hilfe eines Spaltspektroskops erreichbar. Man kann z. B. ein kleines Schulspektroskop am Fernrohr montieren. Ohne jede Schwierigkeit kann man dem Schüler so das Spektrum von N. G. K. 1976, des grossen Orionnebels, zeigen. Man wird zwei oder drei helle Linien erkennen. Die eine ist $H_\beta$, die andere ist noch nicht identifiziert.

---

Indem ich diese Arbeit abschliesse, möchte ich dem Wunsche Ausdruck geben, dass sie nicht in irgendeinem Schranke verschwinden, sondern zu ihrem bescheidenen Teil helfen möchte, unsern Schülern den Blick zu weiten für die Unendlichkeit der Naturerscheinungen. Gewiss wirkt die Fülle der Einzelheiten, auf die ich als beobachtbare hingewiesen habe, zunächst von einer praktischen Anwendung dieses Heftchens abschreckend. Um aber in der Fülle des Vorhandenen die grosse Einheit, das waltende Gesetz zu erkennen, war gerade dies unumgänglich notwendig. Nicht ein Doppelsternpaar gibt dem Schüler die Überzeugung, dass er es hier mit einem Analogon unseres Sonnensystems zu tun hat, sondern gerade die Erkenntnis, dass die Duplizität so häufig vorkommt. — Dass dabei so manches Wort des Lehrers ihn auf Weiteres hinweisen wird, was ich nicht erwähnen konnte und wollte, ist selbstverständlich. Meine Aufgabe war es ja, auf Grund eigener Beobachtungen zusammenzustellen und Winke zu geben, was und wie man mit dem Schulfernrohr sieht.

Goldap, 1909 Februar 4. Fr. Rusch.